

## HOT WORK TOOL STEEL EXCELLENT IN WELDABILITY

**Publication number:** JP2001181782

**Publication date:** 2001-07-03

**Inventor:** TATE YUKIO; TSUJII NOBUHIRO

**Applicant:** SANYO SPECIAL STEEL CO LTD

**Classification:**

- **international:** C22C38/00; C22C38/26; C22C38/60; C22C38/00;  
C22C38/26; C22C38/60; (IPC1-7): C22C38/00

- **european:**

**Application number:** JP19990368181 19991224

**Priority number(s):** JP19990368181 19991224

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2001181782

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a hot work tool steel excellent in weldability, used for hot-working dies. **SOLUTION:** The hot work tool steel excellent in weldability has a composition consisting of, by weight, 0.10-0.30% C, <=1.0% Si, <=1.0% Mn, 1.0-3.0% Cr, 0.2-0.6% V, either or both of Mo and W within the range where Mo equivalent represented by (Mo+1/2) becomes 0.2-2.0%, and the balance Fe with inevitable impurities. Further, in addition to the above components, 0.01-0.10% Nb and either or both of 0.3-1.1% Ni and 0.2-1.0% Co are added, and further, one or more elements among <=0.10% S, <=0.030% P, 0.030-0.20% Pb, 0.010-0.050% Te, 0.0003-0.020% Ca, 0.005-0.10% Bi and 0.010-0.10% Se are added.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-181782

(P2001-181782A)

(43)公開日 平成13年7月3日(2001.7.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup> C 22 C 38/00	識別記号 301	F I C 22 C 38/00	テマコード(参考) 301B 301H
38/24		38/24	
38/60		38/60	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L. (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-368181	(71)出願人 山陽特殊製鋼株式会社 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地
(22)出願日 平成11年12月24日(1999.12.24)	(72)発明者 館 幸生 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 山陽特殊製鋼株式会社内
	(72)発明者 辻井 信博 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 山陽特殊製鋼株式会社内
	(74)代理人 100074790 弁理士 椎名 強

(54)【発明の名称】溶接性に優れた熱間工具鋼

(57)【要約】

【課題】 熱間加工用金型に用いる溶接性に優れた熱間工具鋼を提供する。

【解決手段】 重量%で、C:0.10~0.30%、Si:1.0%以下、Mn:1.0%以下、Cr:1.0~3.0%、V:0.2~0.6%、Mo、Wの1種または2種をMo当量(Mo+1/2W)で0.2~2.0%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。さらに上記成分に加えて、Nb:0.01~0.10%、およびNi:0.3~1.1%、Co:0.2~1.0%の1種または2種を添加したこと。また、さらに、S:0.10%以下、P:0.030%以下、Pb:0.030~0.20%、Te:0.010~0.050%、Ca:0.0003~0.020%、Bi:0.005~0.10%、Se:0.010~0.10%の1種または2種以上を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

C : 0. 10~0. 30%、

Si : 1. 0%以下、

Mn : 1. 0%以下、

Cr : 1. 0~3. 0%、

V : 0. 2~0. 6%、Mo, Wの1種または2種をMo当量 ( $Mo + 1/2W$ ) で0. 2~2. 0%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【請求項2】 重量%で、

C : 0. 10~0. 25%未満、

Si : 0. 5%未満、

Mn : 1. 0%以下、

Cr : 1. 0~2. 6%未満、

V : 0. 3~0. 6%、Mo, Wの1種または2種をMo当量 ( $Mo + 1/2W$ ) で0. 2~2. 0%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【請求項3】 請求項1または2に記載の成分組成に、さらにNb : 0. 01~0. 10%を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【請求項4】 請求項1~3に記載の成分組成に、さらにNi : 0. 3~1. 1%、Co : 0. 2~1. 0%の1種または2種を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【請求項5】 請求項1~4に記載の成分組成に、さらには、

S : 0. 10%以下、

P : 0. 030%以下、

Pb : 0. 030~0. 20%、

Te : 0. 010~0. 050%、

Ca : 0. 0003~0. 020%、

Bi : 0. 005~0. 10%、

Se : 0. 010~0. 10%の1種または2種以上を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【請求項6】 請求項1~5に記載の成分組成に、さらにAl : 0. 05%以下、O : 0. 0050%以下、N : 0. 050%以下としたことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【請求項7】 500°C以上の焼戻しを行うことにより、その硬さが36~45HRCでブリハードンで使用する請求項1~6に記載の溶接性に優れた熱間工具鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱間加工用金型に用いる溶接性に優れた熱間工具鋼に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、熱間鍛造金型、押出しダイス等には、SKD61, SKT4やそれらの改良鋼が使用され

2

ている。これらを使用する際、耐摩耗性を付与する目的で、窒化、PVD、CVD等により表面処理を行うことが多い。しかし、表面改質層は硬質ではあるが非常に脆いため割れ・欠けが生じ易く金型の大割れの原因になり、逆に金型寿命を低下させることもある。

【0003】これに対し、SKD61, SKT4やそれらの改良鋼の金型表面全体または金型の摩耗が激しい部位のみに、耐熱性および耐摩耗性に優れたFe基合金、Co基合金、Ni基合金等の肉盛溶接材および肉盛溶接用粉末材等を肉盛溶接することにより、金型の寿命を改善する手法が用いられているが、これら従来鋼はC含有量が多いために、溶接時の急速加熱および溶接後の急冷により溶接部近傍の型材は一部焼入れ状態となるため、硬化され脆くなり溶接割れを引き起こす。また、溶接による熱影響部(HAZ)に高い残留応力が発生し、鍛造金型として使用中にこれが起因して割れが発生することがある。さらには、金型母材と本来使用したい肉盛材とを冶金的に繋ぐ層を形成するため、緩衝材としての下盛り溶接が必要となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来の金型鋼では、溶接割れを生じる危険性が高い。さらに、下盛り溶接が必要である分、密着強度が悪く、また溶接工数および溶接費用が高い。また、金型の一部に肉盛溶接を行う場合では、下盛り溶接を行う分だけ余分に金型母材を研削する必要が生じ、加工時間、費用が掛かるという問題がある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上述したような従来の問題を解消するために、本発明者らは、鋭意開発を進めた結果、適正な成分設計を行うことにより、溶接時の金型母材の割れを抑制し、下盛り溶接を必要とせず金型母材に目的とする溶接材を直接肉盛溶接することが可能とする溶接性に優れた工具鋼にある。また、金型として使用する前に予め耐熱性および耐摩耗性または韌性に優れた材質を肉盛溶接することを前提としているため、金型母材には必要以上の硬さ、耐摩耗性は不要であり、金型の割れやヒートチェックの抑制のために韌性を重視した成分設計が成されたものである。

40 【0006】その発明の要旨とするところは、

(1) 重量%で、C : 0. 10~0. 30%, Si : 1. 0%以下、Mn : 1. 0%以下、Cr : 1. 0~3. 0%, V : 0. 2~0. 6%、Mo, Wの1種または2種をMo当量 ( $Mo + 1/2W$ ) で0. 2~2. 0%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

(2) 重量%で、C : 0. 10~0. 25%未満、Si : 0. 5%未満、Mn : 1. 0%以下、Cr : 1. 0~2. 6%未満、V : 0. 3~0. 6%、Mo, Wの1種または2種をMo当量 ( $Mo + 1/2W$ ) で0. 2~

2.0%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【0007】(3)前記(1)または(2)に記載の成分組成に、さらにNb:0.01~0.10%を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

(4)前記(1)~(3)に記載の成分組成に、さらにNi:0.3~1.1%、Co:0.2~1.0%の1種または2種を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

(5)前記(1)~(4)に記載の成分組成に、さらに、S:0.10%以下、P:0.030%以下、Pb:0.030~0.20%、Te:0.010~0.050%、Ca:0.0003~0.020%、Bi:0.005~0.10%、Se:0.010~0.10%の1種または2種以上を添加したことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

【0008】(6)前記(1)~(5)に記載の成分組成に、さらにAl:0.05%以下、O:0.0050%以下、N:0.050%以下としたことを特徴とする溶接性に優れた熱間工具鋼。

(7)500°C以上の焼戻しを行うことにより、その硬さが36~45HRCでブリハーダンで使用する前記(1)~(6)に記載の溶接性に優れた熱間工具鋼にある。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。まず、本発明に係る成分組成の限定理由について説明する。

C:0.10~0.30%

Cは、焼入れ焼戻しにより十分なマトリックス硬さを与え、金型に必要な強度を付与するための元素である。しかし、0.1%未満では金型として必要な強度が得られず金型の変形を招き、ブリハーダンにて使用する際の36~45HRCの硬さが得られず、0.3%を超えると溶接性が低下し溶接時に下盛りが必要になり、ブリハーダンした際に炭化物生成元素と結合し45HRCを超える硬さとなり型加工が困難となる。ただし、より溶接性を高位水準に保つためには、0.10%以上0.25%未満とするのが望ましい。

【0010】Si:1.0%以下

Siは脱酸剤として添加されると共に、耐酸化性、焼入性に有効であり、焼戻し過程において炭化物の凝集を抑え二次硬化を促進する。しかし、過剰に添加すると溶接性が低下し、韌性、耐ヒートチェック性も低下するので、1.0%以下、好ましくは0.5%未満とする。

Mn:1.0%以下

MnはSiと同様に、脱酸剤として鋼の清浄度を高め、焼入性を高める元素である。また、Sと結合し、被削性を向上させる。1.0%を超えると溶接性、韌性を低下させる。従って、上限を1.0%以下とした。

【0011】Cr:1.0~3.0%

Crはマトリックスに固溶して焼入性を高め、焼戻し時に微細な炭化物を形成し硬さを確保する。しかし、1.0%未満では効果が得られず、2.5%を超えると炭化物が凝集し韌性を低下させる。従って、その範囲を1.0~3.0%とした。なお、1.0%以上2.6%未満がより好ましい。

【0012】V:0.2~0.6%

Vは安定な炭化物を形成し硬さを寄与し焼戻し軟化抵抗性を高め、結晶粒微細化効果が大きく韌性を向上させる。特に、肉盛溶接における熱影響部(HAZ)の結晶粒粗大化を抑制し、HAZの韌性を高位水準に保ち溶接割れを抑制するのに有効である。さらに、金型として使用中にHAZからの割れを抑制するのにも有効である。0.2%未満では上記の硬化が小さく、0.6%を超えると炭化物の凝集により韌性が低下する。なお、好ましくは0.3~0.6%とする。

【0013】Mo、Wの1種または2種をMo当量(Mo+1/2W)で0.2~2.0%Mo、Wは微細な炭化物を形成し、二次硬化に寄与し、軟化抵抗性を改善

し、耐ヒートチェック性を向上させる元素であり、その効果はMoがWの2倍ある。Mo当量(Mo+1/2W)で0.2%未満ではその効果が不十分であり、2.0%以上含有すると韌性の低下を招く。従って、その範囲を0.2~2.0%とした。

【0014】Nb:0.01~0.10%

Nbは安定な炭化物を形成し硬さを寄与し焼戻し軟化抵抗性を高め、結晶粒微細化効果が大きく韌性を向上させる。特に、肉盛溶接における熱影響部(HAZ)の結晶粒粗大化を抑制し、HAZの韌性を高位水準に保ち溶接割れを抑制するのに有効である。さらに、金型として使用中にHAZからの割れを抑制するのにも有効である。Vよりもその効果は大きく、0.01%以上の添加が有効であり、0.10%を超えると逆に韌性が低下する。

【0015】Ni:0.3~1.1%

Niはマトリックス自体の韌性を高める元素である。しかし、0.3%未満では効果がなく、1.1%を超えて添加しても効果が飽和する。従って、その範囲を0.3~1.1%とした。

【0016】Co:0.2~1.0%

Coは焼戻しによる炭化物の凝集粗大化を抑制し、軟化抵抗性を高める。これらの効果を得るには0.2%が必要であり、1.0%を超えて添加すると韌性が低下する。従って、その範囲を0.2~1.0%とした。

【0017】S:0.10%以下

SはMnと結合して被削性を付与する元素である。必要に応じて添加するが、0.10%を超えて添加すると韌性、熱間加工性および耐ヒートチェック性が低下する。従って、その上限を0.10%とした。

【0018】P:0.030%以下

Pは被削性を向上する元素である。しかし、含有量が少ないと効果が得られず、あまり多量に添加すると韌性が低下し、また本発明に重要な溶接性を低下させる、従って、その上限を0.030%とした。

【0017】Pb: 0.030~0.20%, Te: 0.010~0.050%, Ca: 0.0003~0.020%, Bi: 0.005~0.10%, Se: 0.010~0.10%の1種または2種以上

Pb, Te, Ca, Bi, Seはいずれも被削性を向上する元素である。必要に応じて添加するが、しかし、含有量が少ないと上記の効果が得られず、逆に多量に添加すると韌性および耐ヒートチェック性が低下するとともに地疵の発生を招く。

【0018】Al: 0.05%以下

Alは脱酸剤として添加される。過剰に添加すると韌性が低下するため、上限を0.05%とする。

O: 0.0050%以下

Oは銅中に過剰に存在すると粗大な酸化物を形成し、韌性および被削性を低下させるため、上限を0.0050%とする。

N: 0.050%以下

Nは銅中に過剰に存在すると溶接性を低下させるため、上限を0.0050%とする。

10 【0019】  
【実施例】以下に、本発明を実施例によって具体的に説明する。表1に示した本発明鋼を100kg真空誘導溶解炉にて出銅し、平均径200mmの铸塊に铸込み、これを鍛伸して供試材とした。各特性試験としての溶接性試験については、表2に示す溶接条件にて角50mm×100mm長さの試験片の開先部に溶接材料を肉盛溶接し、その後、試験片溶接部の断面を観察した。また、機械特性としては、機械的特性評価方法とし韌性については、2mm-Uノッチ試験片（試験片硬さが42HRCのもの）によるシャルピー衝撃試験、また、軟化抵抗性については、600°Cにて30時間保持、空冷後の硬さ（初期硬さ：42HRC）さらに、被削性については、40HRC材をエンドミルで3m切削した時のエンドミルの逃げ面摩耗幅を求めた。その結果を表3に示す。表3に示すように、供試材A～Kの本発明鋼はいずれも溶接性試験において割れがなく、韌性、軟化抵抗性に優れているに対して、比較鋼であるL, Mのいずれも割れの発生し、韌性、軟化抵抗性にも劣ることが判る。また、20 本発明鋼は、比較鋼と同等以上の被削性を有することが判る。

【0020】

【表1】

表 1

供試材	化 学 成 分										(重量%)	備 考		
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	V	Nb	Co	その他	Re
A 0.27 0.42 0.23 0.007 0.001 — 1.63 0.05 — 0.35 — — — 残														
B 0.24 0.30 0.42 0.008 0.002 — 2.81 1.31 — 0.41 0.05 — 0.52 残														
C 0.28 0.15 0.33 0.010 0.003 0.61 2.77 1.00 — 0.44 — 1.22 — 残														
D 0.12 0.33 0.85 0.006 0.002 — 2.33 1.54 — 0.52 0.07 0.45 0.66 残														
E 0.21 0.28 0.58 0.007 0.003 0.44 2.24 0.88 — 0.38 — — 0.33 残														
F 0.22 0.24 0.38 0.014 0.001 0.78 2.17 1.14 — 0.46 0.04 0.62 — 残														
G 0.20 0.18 0.11 0.015 0.003 — 2.54 0.87 — 0.57 0.02 1.87 — 残														
H 0.23 0.47 0.92 0.007 0.002 — 2.11 1.26 0.04 0.39 — 1.02 — 0.0.0015、N:0.025 残														
I 0.18 0.36 0.69 0.023 0.072 0.39 1.25 1.60 — 0.33 0.06 — — Pb:0.127、Te:0.025、Se:0.077 残														
J 0.23 0.41 0.88 0.025 0.086 0.55 2.42 1.08 — 0.53 0.08 1.44 0.81 Pb:0.062、Ta:0.005、Bi:0.030 残														
K 0.24 0.26 0.71 0.006 0.055 0.22 1.46 1.88 0.02 0.47 0.03 0.41 Te:0.030、Ca:0.011、Se:0.085 残														
L 0.37 1.00 0.42 0.015 0.002 — 4.98 1.22 — 0.97 — — — SKD61 残														
M 0.55 0.30 0.75 0.022 0.001 1.65 1.65 0.35 — 0.16 — — — SKT4 残														

注) 表中の記号(–)は不可避的不純物を意味する

表 2

項目	条件	
溶接材料	DCoCrA	DFME
母材硬さ	42HRC	42HRC
溶接方法	被覆アーク溶接	被覆アーク溶接
溶接棒サイズ	φ4	φ4
溶接電流	140A	120A
予熱	350°C	250°C
下盛り	なし	なし
バス回数	2バス盛り	2バス盛り
後熱	450°C、徐冷	500°C、徐冷

\* [0022]

【表3】

10

表 3

供試材	溶接性		韧性 (J/cm²)	軟化抵抗性 (HRC)	被削性 (mm)
	溶接材料JIS DCoCrA	溶接材料JIS DFME			
A	○	○	124	37.6	0.127
B	○	○	97	38.3	0.142
C	○	○	92	39.1	0.122
D	○	○	153	37.5	0.136
E	○	○	141	38.2	0.122
F	○	○	132	39.5	0.139
G	○	○	118	39.0	0.131
H	○	○	109	39.3	0.127
I	○	○	120	37.2	0.073
J	○	○	104	38.1	0.080
K	○	○	95	38.7	0.092
L	×	×	65	35.2	0.130
M	×	×	73	28.7	0.088

注) ○:割れなし、×:割れ発生

【0023】

【発明の効果】以上述べたように、本発明により溶接性に優れ、内盛溶接工数を削減することによる低コストで

高寿命な内盛補強金型の製造を可能にせしめた金型用鋼を提供することが出来る極めて優れた効果を奏するものである。